

Hidrológiai folyamatok hatása a dunai magaspártok mozgására

Mentes Gyula

MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet, 9400 Sopron, Csatkai E. u. 6-8. (E-mail: mentes@ggki.hu)

Kivonat

A Dunai lösz magaspártok hajlamosak a csuszamlásokra. Ebben a cikkben a dunaföldvári és a dunaszekcsi magaspártok dőlési és a hidrológiai folyamatok közötti összefüggések vizsgálatát írjuk le. Mindkét helyen két fúróluk-dőlésmérőt installáltunk a magaspárt tetejének és lábának dőlésmonitorozása céljából. A dőlés adatokat összehasonlítottuk a Duna vízszintjének és a partfal mögötti talajvízszint változásaival. Az egyes dőléskomponensek és vízszintek közötti többváltozós regresszióanalízis szerint a regressziós együtthatók időbeli változásai szoros kapcsolatban vannak a magaspárt stabilitásával. A növekvő regressziós együtthatók a partfal stabilitásának csökkenését jelentik. A vizsgálatok azt is kimutatták, hogy a talajvízszint változásainak hatása a magaspártok mozgására három-négy nagyságrenddel nagyobb, mint a Duna vízszint ingadozásaié. A regressziós együtthatók és a magaspárt stabilitása közötti kapcsolat hasznos lehet a csuszamlások előrejelzése céljából.

Kulcsszavak

Dunai magaspártok, Duna vízszintje, talajvízszint, partfalmozgás, mozgásmonitorozás, fúróluk-dőlésmérő.

Effect of hydrological processes on the movements of the Danube's high banks

Abstract

The high loess banks of the River Danube are prone to landslides. In this paper the investigation of the relationships between high bank tilts and hydrological processes in Dunaföldvár and Dunaszekcs is described. At both locations two borehole tiltmeters were installed to monitor the tilts of the top and the toe of the high banks. Tilt data were compared with the variation of the water level of the Danube and the ground water level variations recorded at the backs of the high banks. Results of multiple regression analysis between tilt components and water levels showed that the temporal variation of the regression coefficients is in close connection with the stability of the high bank. Increasing regression coefficients mean decreasing stability of the high bank. The investigations also showed that the effect of the ground water level variations on the movements of the high bank is about three-four orders of magnitude higher than the variations of the water level of the Danube. The connection between the regression coefficients and the high bank stability can be useful for early warning of landslides.

Keywords

Danube's high banks, Danube's water level, ground water level, movements of the high bank, monitoring of movements, borehole tiltmeter.

BEVEZETÉS

A földcsuszamlások szerte az egész világon jelentős károkat okoznak mind emberéletben, mind pedig anyagi károk formájában. Ez alól hazánk sem kivétel. Gyakran fordulnak elő földcsuszamlások az Északi-középhegységben, a zalai és baranyai dombvidékeken. Veszélyességüket tekintve a legjelentősebbek a dunai és a balatoni magaspártok csuszamlásai. Ez indokolta, hogy az MTA Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézet (Jelenleg MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont, Geodéziai és Geofizikai Intézet (MTA CSFK GGI)) egyik fő kutatási feladatának választotta a dunai magaspártok mozgásának és azok okainak vizsgálatát. Kezdetben, 2002-től a dunaföldvári magaspárt mozgásait vizsgáltuk EU projekt keretében, majd 2007-től a dunaszekcsi magaspárt vizsgálatát is elkezdjük. Vizsgálatainkat 2015-től a kulcsi és a fonyódi földcsuszamlásokra is kiterjesztettük. A földcsuszamlások kialakulásában a hidrometeorológiai folyamatoknak kulcsszerepük van (Domján 1952, Lóczy és társai 1989, Juhász 1999, Rinaldi és Casaghi 1999, Fox és Wilson 2010). A dunaföldvári és a dunaszekcsi magaspártokon talajdőlés- és vízszintmérések segítségével vizsgáltuk, hogy milyen összefüggés van a Duna vízállása, valamint a talajvízszint változásai és a partfalmozgások között (Mentes 2017a). Jelen tanulmány célja, hogy röviden bemutassuk főbb kutatási eredményeinket.

MÓDSZEREK

A partfalmozgásokat fúróluk-dőlésmérővel regisztráltuk. Az általunk használt Applied Geomechanics gyártmányú 722A típusú fúróluk-dőlésmérő két talajmozgások nagy pontosságú és hosszú idejű monitorozására fejlesztették ki. A dőlésmérők két egymásra merőleges folyadéklábakkal a dőlésérzékelővel rendelkeznek, melyek érzékenysége 0,1 μradián (0,1 mm/m), ill. 1 μradián lehet. A mérés mérőstartománya ±2000 μradián a kis érzékenység és ±800 μradián a nagyérzékenység fokozatában. A dőlésmérők rendelkeznek egy 0,1 °C érzékenységgel beépített hőmérsékletérzékelővel a talaj és a mérő hőmérsékletének mérésére (http1). A mérőszereket 2,5 m mély fúrólukokban helyeztük el. Ez a mélység már elegendően jó hőmérsékletstabilitást biztosít a mérőszereknek. A dőlésmérők analóg jelének digitalizálását és az adatok gyűjtését Scientific Campbell CR 1000 típusú adatgyűjtővel (http2) végeztük, amelyekhez csatlakozott egy hőmérsékletérzékelő a levegő hőmérsékletének mérésére. Az adatgyűjtőt, a mérőszereket tápláló akkumulátorokkal együtt, a fúrólukokat lefedő, zárható fémládákban helyeztük el. Dunaföldváron a partfal függőleges irányú mozgását egy vertikális fúróluk extenzométerrel mértük, amelyet az MTA CSFK GGI-ben fejlesztettünk ki (Mentes 2012). A hőmérsékletkompenzált extenzométer 0-4 mm tartományban 1 μm felbontású mérést tesz lehetővé.

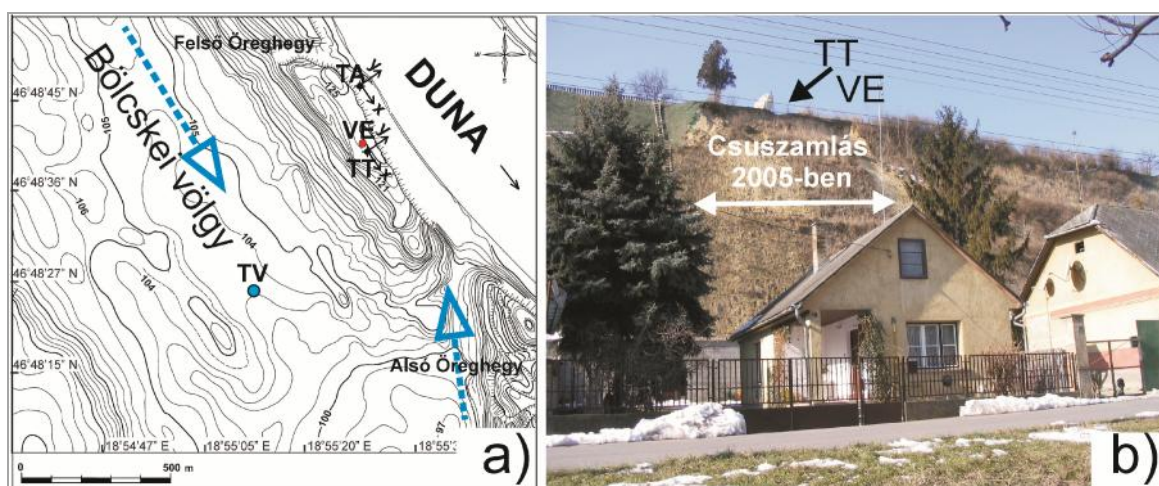
Az adatgyűjtést óras mintavételezéssel végeztük. Az adatok kiolvasása az akkumulátorok cseréjével együtt kb. 40-50 naponként történt. A talajvízszintet Dataqua típusú vízszintmérővel óránként regisztráltuk (*http3*). A Duna vízállását az Országos Vízügyi Szolgálat honlapjáról töltöttük le (*http4*). Mivel ez utóbbi csak naponként állt rendelkezésünkre, a d lésmérő, az extenzométeres és a talajvíz adatokból mozgó átlagolással napos adatokat állítottunk elő. Az egyes d lések komponensek és a vízszintek, valamint a hőmérséklet közötti kapcsolatot korreláció- és többváltozós regresszió analízissel vizsgáltuk.

VIZSGÁLT PARTFALAK ÉS MÉRÉSI EREDMÉNYEK

Dunaföldvár

A dunaföldvári partfal mozgásának vizsgálatához a teszterületet a Duna-hídtól északra a Felső Öreghe-

gyen jelöltük ki (*1. ábra*), amelynek lösz platója 20-30 m meredek oldallal esik a Duna síkjába. A Felső Öreghegyet egy 150-200 m széles völgy választja el az Alsó Öreghegytől. Ez a völgy, valamint a Bölskei völgy határozza meg a talajvíz folyását a partfal hátsó részéhez, a Duna irányába, ahogy azt az *1a. ábrán* látható nyilak mutatják (*Mentes és társai 2009*). A dunaföldvári magaspárt geológiai szerkezetének, hidrológiai viszonyainak részletes vizsgálata és ismertetése a korábbi nagy csuszamlások (pl.: 1964, 1965, 1970, 1993) után megtörtént és publikálásra került (pl.: Domján 1952, Pécsi 1971, Karácsonyi és Scheuer, 1972, Horváth és Scheuer 1976, Scheuer 1979, Pécsi és Scheuer 1979, Pécsi és társai 1979, Kleb és Schweitzer 2001, Mentés és Eperné 2004, Mentés és társai 2009), ezért itt ezek részletes ismertetésére nem térünk ki.



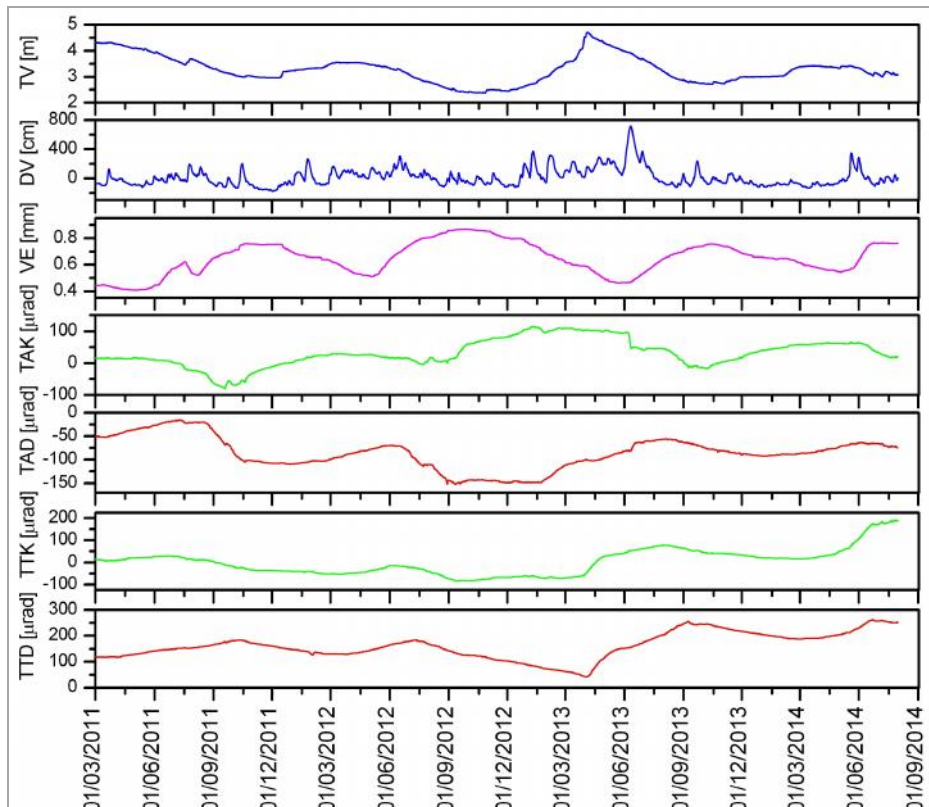
1. ábra. A dunaföldvári teszterület elhelyezkedése (a), és a vizsgált partfalszakasz egy részlete (b)
 Figure 1. The location of the study area in Dunaföldvár (a) and a section of the investigated high bank (b)
 (Megjegyzés: TA a partfal lábánál, TT a partfal tetején telepített d lésmérő, VE a vertikális fúróluk extenzométer, TV, pedig a talajvízszint mérésének helyét jelöli. A szaggatott nyilak a talajvíz áramlásának fő irányait jelzik.)

A partfalmozgások folyamatos megfigyelésére 2002-ben két fúróluk-d lésmérőt telepítettünk. Egy d lésmérőt a partfal tetején (TT), egyet pedig a lábánál (TA) helyeztünk el úgy, hogy az y tengelyük a Duna irányára merőleges, x tengelyük pedig azzal párhuzamos. A felső d lésmérő mellett 2005-ben elhelyeztünk egy fúróluk extenzométert a partfal függőleges irányú mozgásainak megfigyelésére. A mérőszerek installálását és a mérés módját Mentés (2017b) részletesen ismerteti. A talajvízszintet 2011-től mértük a TV-vel jelölt helyen (*1a. ábra*).

A 2011 és 2014 között regisztrált adatsorokat a 2. ábra mutatja. Az ábrából látható, hogy a partfal mozgását közel éves periódusú, szezonális jellegű, néhány 100 μ radián nagyságrendű, változó irányú d lések jellemzi. A 2002 és 2014 között mért adatsorból meghatároztuk a partfal d léseit. A számítások szerint 12 év alatt a partfal lába 126 μ radiánt d lést ÉÉK irányba, míg a partfal teteje 162 μ radiánt DK irányba. Ez utóbbi d lést a partfal tetején kialakított mérőhely közelében a 2005-ben történt omlás is bizonyítja (*1b. ábra*). A partfal lábának ÉÉK-i d léseit az okozhatja, hogy az északi irányból folyó víz a folyó kanyarulata miatt a

teszterület északi felét jobban alámossa, mint a déliesét. A partfal délkeleti d léseit a partfal alól a Dunába áramló talajvíz által kimosott anyag okozhatja. Az *1a. ábrából* látható, hogy a vizsgált partfal déli része felé áramlik a partfal háttéréből a talajvíz. Tehát itt a Dunába irányuló talajvíz áramlása intenzívebb, mint a vizsgált terület északi részén. Ezenkívül a délkeleti irányú d lésekben tektonikai mozgásoknak is szerepe lehet (*Mentes 2017b*).

A partfalmozgások és a vízszint változások közötti összefüggések kimutatása céljából a mért adatokat többváltozós regresszió-analízisnek vetettük alá. A kapott korrelációs és regressziós együtthatókat az *1. táblázat* tartalmazza. A táblázatban az egyes d léssírnokok, a vertikális elmozdulás és a Duna vízszintje (DV), a talajvízszint (TV), valamint a levegő hőmérséklete (T) közötti korrelációs és regressziós együtthatók találhatók. A regressziós együtthatók megadják, hogy pl. 1 m talajvízszint emelkedés hány μ radián d lést okoz. Jól látható, hogy a talajvízszint 1 méteres változása által okozott d lések kb. három nagyságrenddel nagyobbak, mint amit a Duna 1 méteres vízszintváltozása okoz.



2. ábra. A dunaföldvári magasparton 2011. március 1. és 2014. július 15. között mért adatok

Figure 2. Data measured on the high bank in Dunaföldvár between 1 March 2011 and 15 June 2014

(Megjegyzés: TTD, TTK a déli és a keleti irányú d léskomponenseket jelentik a magaspárt tetején, TAD, TAK pedig a lábánál. A d léssadatok pozitív el jele déli, ill. keleti irányú d lést jelent, míg a vertikális elmozdulás (VE) pozitív el jele tágulást. DV jelöli a Duna vízszintjének és TV a talajvízszint változásait.)

1. táblázat. A d léskomponensek, a vertikális elmozdulás (VE) és a Duna vízszintje (DV), a talajvízszint (TV), valamint a h mérséklet (T) közötti korrelációs és regressziós együtthatók

Table 1. Correlation and regression coefficients between tilt components, vertical extension and the water level of the Danube, the ground water level and the temperature

D léssírányok és vert. ext.	Korrelációs együtthatók			Regressziós együtthatók		
	DV	TV	T	DV	TV	T
TTD	-0.23	-0.29	0.51	-0.09 $\mu\text{rad m}^{-1}$	-28.19 $\mu\text{rad m}^{-1}$	9.91 $\mu\text{rad K}^{-1}$
TTK	0.02	0.22	0.17	0.01 $\mu\text{rad m}^{-1}$	24.61 $\mu\text{rad m}^{-1}$	3.90 $\mu\text{rad K}^{-1}$
TAD	-0.01	0.58	0.25	-0.00 $\mu\text{rad m}^{-1}$	38.77 $\mu\text{rad m}^{-1}$	3.27 $\mu\text{rad K}^{-1}$
TAK	0.33	0.11	-0.46	0.12 $\mu\text{rad m}^{-1}$	9.15 $\mu\text{rad m}^{-1}$	-7.65 $\mu\text{rad K}^{-1}$
VE	-0.25	-0.91	0.71	-0.00 mm m^{-1}	-0.21 mm m^{-1}	0.03 mm K^{-1}

(Megjegyzés: TTD, TTK a déli és a keleti d léskomponenseket jelentik a magaspárt tetején és TAD, TAK pedig a lábánál. DV a Duna, míg TV a talajvízszint változásait, T pedig a levegő h mérsékletét jelöli. A regressziós együtthatók pozitív el jele déli, ill. keleti irányú d lést, míg a vertikális elmozdulás pozitív el jele tágulást jelent.)



3. ábra. A dunaszekcs i teszterület légi fényképe

(a fotót készítette Körmendi László 2008. február 17-én) a 2008. február 12-i partfalcsuszamlás után

Figure 3. Aerial photo of the Dunaszekcs test site after the landslide on 12 February 2008.

(photo was taken by László Körmendi on 17 February 2008)

(Megjegyzés: TV1 és TV2 a talajvízszint mérési helyeit, S a „stabil”, L pedig a leszakadó partfalon elhelyezkedő fúróluk d lésmérő k helyét jelöli.)

2. táblázat. A d léseértékek és a Duna vízszintje (DV), a talajvízszintek (TV1 és TV2), valamint a h mérséklet (T) közötti regressziós együtthatók

Table 2. Regression coefficients between tilt values and Danube water level (DV), groundwater levels (TV1 and TV2) as well as temperature (T)

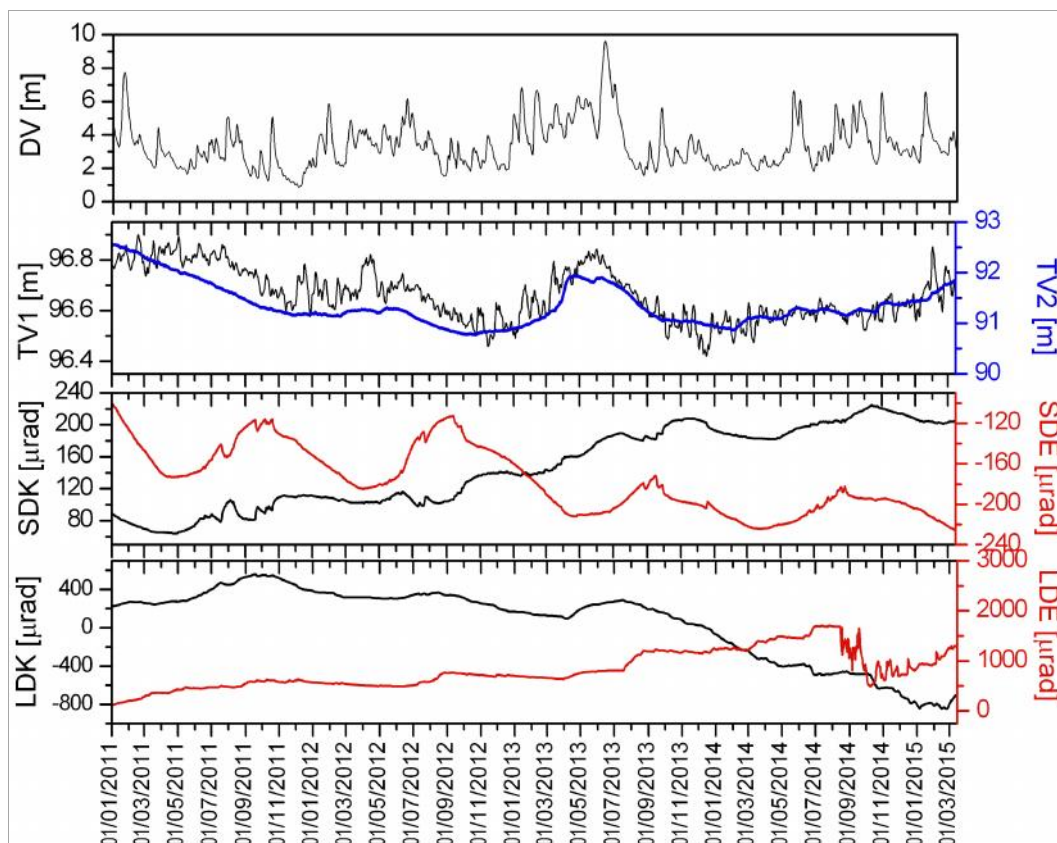
D lési- irány	Év	Regressziós együtthatók				
		TV1 $\mu\text{rad m}^{-1}$	TV2 $\mu\text{rad m}^{-1}$	DV $\mu\text{rad m}^{-1}$	T $\mu\text{rad K}^{-1}$	R ²
SDK	2011	-13	-35	4	-1	0.800
	2012	-41	-44	3	-1	0.658
	2013	-207	33	-2	1	0.484
	2014	-23	63	2	0	0.533
SDÉ	2011	-193	3	7	0	0.388
	2012	28	-98	-1	1	0.793
	2013	67	-56	1	1	0.619
	2014	0	28	2	0	0.335
LDK	2011	-400	-178	18	4	0.862
	2012	167	95	-8	2	0.373
	2013	369	-83	11	8	0.733
	2014	-156	-1095	15	3	0.859
LDÉ	2011	185	-287	-16	2	0.965
	2012	33	-512	-6	0	0.933
	2013	-1380	-71	-30	16	0.690
	2014	776	-1198	-22	38	0.531

Megjegyzés: SDK és SDÉ jelölik a stabil part, míg LDK és LDÉ, pedig a lecsúszó partfal keleti és északi d léskomponenseit. A pozitív értékek keleti, ill. északi irányba történő d lést jelentenek. R² a kiegyenlítés jósságát mutatja.

Dunaszekcs

Dunaszekcs n, a Vár hegyen 2007 augusztusában létesítettünk egy geodéziai mozgásvizsgáló hálózatot, amelyet két fűrőlyuk d lésmérvel egészítettünk ki. Egy d lésmér t a partfal stabilnak tekinthető részén (S), a másikat, pedig a mozgó részén (L) helyeztük el. Ez utóbbi 2008. február 12-én lecsúszott és a d lésmér t a nagy mozgások miatt csak 2010-ben tudtuk újratelepíteni a lecsúszott részen. A 3. ábra a partfalat és a m szerek elhelyezkedését mutatja a 2008-as nagy csuszamlás után. TV1 és TV2 a talajvízszint regisztrálásának helyeit mutatja. Mivel a partfal geológiai felépítésének és a 2008-as csuszamlás és az azt követő mozgások leírása több helyen is megtalálható (Kraft 2011, Mentes és társai 2012; Kaszás és Kraft 2009, Újvári és társai 2009), ezért itt csak 2011-től ismertetjük a partfal d léseit és a hidrológiai vizsgálatok eredményeit. Ezt az is indokolja, hogy 2010-ben új mozgási folyamatok indultak meg a partfalnak ezen a szakaszán és egy új szakadási vonal jelent meg (3. ábra), amelyet több kisebb követett. Dunaszekcs n a fűrőlyuk d lésmérket úgy installáltuk, hogy az y tengely kelet-nyugat, x tengelyük, pedig keleti irányba.

A mért adatokat 2011. január 1. és 2015. március 15. között a 4. ábra mutatja. Látható, hogy a partfal d léseinek nincs egy jelentős hosszúidejű trendje. A mozgást inkább kelet-nyugat, ill. észak-déli irányú oszcilláló d léssel jellemzi.



4. ábra. A dunaszekcs n magasparton 2011 és 2015 között mért adatok

Figure 4. Data measured on the high bank in Dunaszekcs n between 2011 and 2015

(Megjegyzés: LDK és LDÉ a lecsúszó partfal, SDK és SDÉ pedig a stabil partfal keleti és északi d léskomponenseit jelölik. A plusz eljel keleti, ill. északi irányba történő d lést jelent. TV1 és TV2 a tengerszint feletti talajvízszintek, DV a Duna vízszintjének változásai.)

A többváltozós regresszióanalízist az éves adatsorokon végeztük el, hogy az együtthatók változását a szakadási vonalak „fejlődése” során nyomon követhessük. A 2. táblázat mutatja, hogy a talajvíz hatása általában itt is

egy-két nagyságrenddel nagyobb, mint a Duna vízszint változásának hatása. Az együtthatók azokban az években nagyobbak, amikor újabb szakadási vonalak jelentek meg, ill. amikor az egyes lecsúszó blokkok mozgása

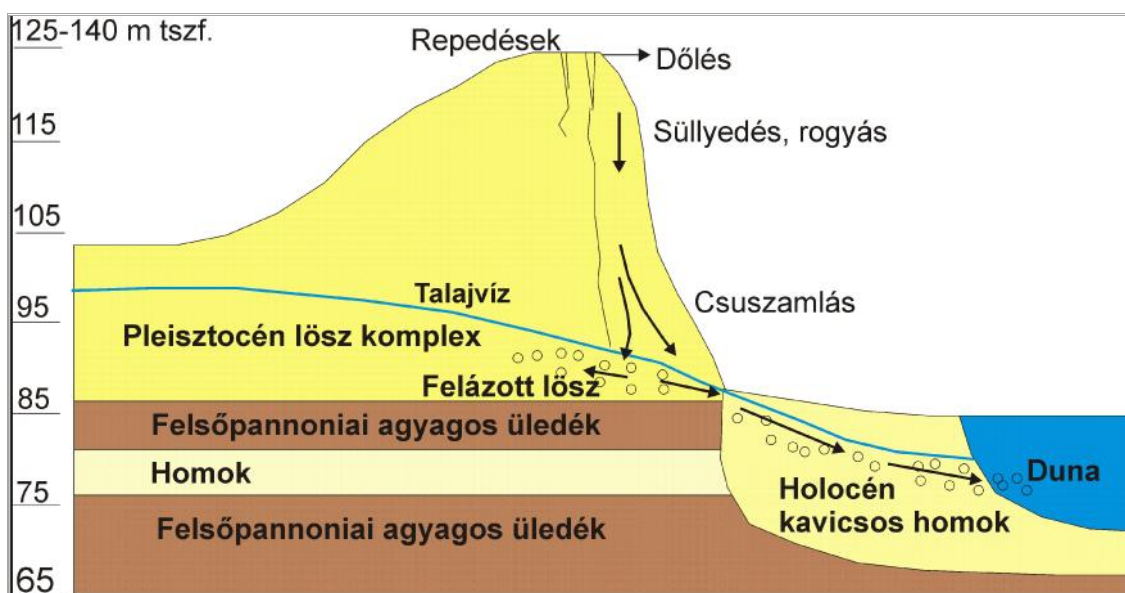
nagyobb volt. Ez alapján arra lehet következtetni, hogy minél kisebb a partfal stabilitása, annál nagyobbak az egyes regressziós együtthatók. Különösen a talajvíz hatása erődik fel a partfal stabilitásának csökkenése esetén.

EREDMÉNYEK ÉRTELMEZÉSE

Az 5. ábra a dunaszekcs i partfal felépítését és mozgási folyamatait mutatja, azonban a bemutatott partfal szerkezet közelít leg a dunaföldvárira is érvényesnek tekinthet. Mindkét partfal mozgásának esetében jelent s szerepe van a partfal mögötti talajvízszintnek és a Duna vízszintjének, illetve a közöttük lev hidrosztatikai nyomáskülönbségnek. A talajvíz által a partfal alól a Dunába mosott anyag általában lassú keleti irányú d lését okoz. Ezek a d lések általában kisebb, de nagyobb omlásokhoz vezetnek. Ezen kívül a partfal alatti felázott lösz, illetve annak hiánya a partfal Duna fel li oldalának szilárdságát jelent sen csökkenti, amely miatt szakadási felületek,

repedések alakulhatnak ki a partfalban. Amennyiben a kialakult feszültségek meghaladják a partfal nyírószilárdságát a partfalszakaszok lassú süllyedése, vagy hirtelen rogyása következik be, amely nagyobb csuszamlással is együtt járhat.

A szakaszos süllyedés, rogyás esetében a felázott lösz a süllyed rész nemcsak a Duna irányába, hanem a stabil partfal alá is benyomja, ahonnan az a talajvízzel lassan a Duna irányába sodródik. Ez okozza a stabil partfalrész kelet-nyugati irányú oszcilláló d lését (4. ábra). Mindezen mozgásformák és okainak leírása a dunai partfalak vizsgálatával, illetve mozgásainak ismertetésével foglalkozó publikációkban megtalálhatók. Ezen tanulmány legfontosabb eredménye, hogy mindezt folyamatos m szeres vizsgálatokkal támasztja alá, továbbá bizonyítja, hogy a talajvízszintnek a Duna vízszintjéhez képesti hatása jóval nagyobb, mint azt korábban feltételezték.



5. ábra. A dunaföldvári és a dunaszekcs i partfalmozgási folyamatok
Figure 5. Movement processes of the high bank in Dunaföldvár and Dunaszekcs

KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

Az elvégzett mérések és vizsgálatok támogatásáért a szerző köszönettel tartozik a K 81295 számú OTKA pályázatnak, a helyi önkormányzatoknak, továbbá Molnár Tibornak, Gimesiné Németh Ágnesnek és Schlaffer Ferencnek a mérésekben való közreműködésükért.

IRODALOMJEGYZÉK

Domján J. (1952). Középdunai magaspартok csúszásai. Hidrológiai Közöny 32, 416-422.

Fox G. A., Wilson G. V. (2010). The role of subsurface flow in hillslope and stream bank erosion: a review. Soil Science Society of America Journal 74, 717-733.

Horváth Zs., Scheuer Gy. (1976). A dunaföldvári partrogyás mérnökgeológiai vizsgálata. Földtani Közöny 106, 425-440.

Juhász Á. (1999). A klimatikus hatások szerepe a magaspартok fejlődésében. Földtani Kutatás XXXVI, 14-20.

Karácsonyi S., Scheuer Gy. (1972). A dunai magaspартok építésföldtani problémái. Földtani Kutatás 15, 71-83.

Kaszás, F., Kraft, J. (2009). A dunaszekcs i magaspарт rogyásos suvadása. Mélyépít Tükörkép Magazin 8, 35-39.

Kleb B., Schweitzer F. (2001). A Duna csuszamlásveszélyes magaspартjainak településkörnyezeti hatásvizsgálata. In: Ádám, A., Meskó, A. (Eds.), Földtudományok és a földi folyamatok kockázati tényezői. Bp. MTA, pp. 169-193.

Kraft J. (2011). Dunai magaspарт dunaszekcs i részletének rogyásos suvadásai. In: Török, Á., Vásárhelyi, B. (Eds.), Mérnökgeológia-Közműmechanika 2011, pp 1-12.

Lóczy D., Balogh J., Ringer Á. (1989). Landslide hazard induced by river undercutting along the Danube. In: Embleton C., Federici P. R., Rodolfi G. (Eds.), Geomorphological Hazards, Supplements of Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, vol. 2, pp. 5-11.

Mentes G. (2012). A new borehole wire extensometer with high accuracy and stability for observation of local geodynamic processes. *Rev Sci Instrum.* 83, 015109. doi: 10.1063/1.3676652.

Mentes Gy., Bányai L., Újvári G., Papp G., Gribovszki K., Bódis V. B. (2012). Recurring mass movements on the Danube's bank at Dunaszekcs (Hungary) observed by geodetic methods. *J. Appl. Geodesy* 6, 203-208.

Mentes G. (2017a). Observing slope stability changes on the basis of tilt and hydrologic measurements. *J. Appl. Geodesy* 11(2), 115-121. DOI 10.1515/jag-2016-0020.

Mentes G. (2017b). The role of recent tectonics and hydrological processes in the evolution of recurring landslides on the Danube's high bank in Dunaföldvár, Hungary. *Geomorphology* 290, 200-210. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geomorph.2014.04.026>.

Mentes G. és Eperné I. (Eds) (2004). Landslide monitoring of loess structures in Dunaföldvár, Hungary. *Geodetic and Geophysical Res. Inst. Hung. Acad. Sci., Sopron*, 84. pp.

Mentes G., Theilen-Willige B., Papp G., Síkhegyi F., Újvári G. (2009). Investigation of the relationship between subsurface structures and mass movements of the high loess bank along the River Danube in Hungary. *J. Geodyn.* 47, 130-141. doi:10.1016/j.jog.2008.07.0005.

Pécsi M. (1971). Az 1970. évi dunaföldvári földcsuszamlás. *Földrajzi Értesít* 20, 233-238.

Pécsi M., Scheuer Gy. (1979). Engineering geological problems of the Dunaújváros loess bluff. *Acta Geologica Hungarica* 22, 345-353.

Pécsi M., Schweitzer F., Scheuer Gy. (1979). Engineering geological and geomorphological investigations of landslides in the loess bluffs along the Danube in the Great Hungarian Plain. *Acta Geologica Hungarica* 22, 327-343.

Rinaldi M., Casagli N. (1999). Stability of streambanks formed in partially saturated soils and effects of negative pore water pressures: the Sieve River /Italy/. *Geomorphology* 6, 253-277.

Scheuer Gy. (1979). A dunai magaspártok mérnök-geológiai vizsgálata. *Földtani Közlöny* 109, 230-254.

Újvári G., Mentes Gy., Bányai L., Kraft J., Gyimóthy A., Kovács J. (2009). Evolution of a bank failure along the River Danube at Dunaszekcs, Hungary. *Geomorphology* 109, 197-209.

http1: http://www.ampere.com.mx/pdf/Manual_Usuario_Inc_722.pdf (hozzáférés: 2017.05.22.).

http2: <https://www.campbellsci.com/cr1000> (hozzáférés: 2017.05.22.).

http3: http://www.dataqua.hu/download/adatlap/DAS-LRB_122_4.pdf (hozzáférés: 2017.05.22.).

http4: <http://www.hydroinfo.hu> (hozzáférés: 2017.05.22.).

A SZERZ



MENTES GYULA DSc. Villamosmérnök. 1971-től dolgozik az MTA Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézetben (jelenleg MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet). Kutatási területe: Lokális és globális geodinamika; a szilárd Föld árapályának és az azzal kapcsolatos jelenségeknek a kutatása; geodéziai és geodinamikai mérések fejlesztése. 1999-től az MTA doktora. 2000-től 2011-ig a Geodéziai Földrajz osztály vezetője, 2014-től kutatóprofesszor emeritus.